Atlas Osteológico del
Piquero Peruano *Sula variegata*

Marcelo Stucchi Portocarrero

AIDB
Asociación para la Investigación y Conservación de la Biodiversidad

Atlas Osteológico del
Piquero Peruano *Sula variegata*

Edición General
Asociación para la Investigación y Conservación de la Biodiversidad - AICB.
http://www.aicb.waju.pe
aicb.peru@gmail.com

Fotografía de Portada / Contraportada
Judith Figueroa. Lobos de Afuera. Julio de 2005.

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú 2011-00423

1º Edición. Enero de 2011, Lima - Perú.

© Derechos Reservados
Todos los derechos de autor reservados conforme a Ley.
No está permitida la reproducción total o parcial de los textos y fotografías, por ningún medio sin la autorización escrita de los autores correspondientes.

Cita sugerida
Stucchi, M. 2011. Atlas Osteológico del Piquero Peruano *Sula variegata*. Asociación para la Investigación y Conservación de la Biodiversidad. Lima, Perú. 20 pp.

Introducción

J. Figueroa. Lobos de Afuera, 2004

En las últimas dos décadas se ha incrementado de forma substancial y sostenida el estudio de las aves en el Perú, por parte de investigadores peruanos. Entre los temas desarrollados, el estudio de la morfología ósea recién empieza abrirse campo. Este tipo de estudios puede ser muy útil tanto en sí mismo, es decir, para comprender cómo es el desarrollo ontogénico de las aves, como para conocer la composición de especies en un sitio arqueológico y paleontológico, o para complementar los inventarios biológicos.

Tomando como modelo al piquero peruano, en este atlas se muestra, con fotografías, los huesos del ave desde varios ángulos de vista. En el caso del cráneo y varios huesos postcraneales se muestran las estructuras no solo de individuos adultos, si no también de pichones y subadultos, con el fin de mostrar el cambio morfológico de los elementos óseos durante el desarrollo del organismo.

En este atlas se han obviado las descripciones, medidas y comparaciones, ya que el objeto es que sirva como una guía de trabajo para la identificación de los huesos y que sea el usuario quien describa las estructuras del hueso que le toque analizar, comparando con las figuras que se presentan aquí.

Eso si, se ha colocado los nombres de las principales estructuras para facilitar dichas comparaciones.

Si se desea complementar la información morfológica, Stucchi (2003) calculó medidas detalladas de los huesos de esta especie y sus congéneres.

Para los nombres de las estructuras de los huesos se utilizó: Livezey y Zusi (2006) y Howard (1980). Adicionalmente, Proctor y Lynch (1993).

Material utilizado

El material forma parte de la colección de referencia del Departamento de Paleontología de Vertebrados del Museo de Historia Natural de San Marcos.

Los individuos se han clasificado de la siguiente forma: recién nacido, pichón (cuando no tienen las epífisis de los huesos osificadas), sub-adulto (cuando tienen las epífisis de los huesos osificadas, pero los huesos del cráneo aun no fusionados) y adulto. No se pudo hacer una correlación más precisa con la edad. La metodología consistió en la observación directa de la morfología y toma de fotos de cada elemento.

Lugar	Fecha de colecta	Colector
Isla Lobos de Tierra, Piura	1999	Judith Figueroa
Islas Lobos de Afuera, Lambayeque	1999, 2004	J. Figueroa / Marcelo Stucchi
Islas Guañape, La Libertad	1999	J. Figueroa
Islas Ballestas, Ica	1998	M. Stucchi
Playa Yanyarina, Arequipa	1998	Jean Mattos
Punta Lomas, Arequipa	2000	M. Stucchi
Punta Coles, Moquegua	1999, 2010	M. Stucchi

Breve descripción de la especie

M. Stucchi. Lobos de Afuera, 2004

El piquero peruano *Sula variegata* es un ave endémica de la Corriente Peruana. Aunque puede formar colonias de cientos de miles de individuos, también se le encuentra solitario o en grupos pequeños. Junto con el guanay *Phalacrocorax bougainvillii* y el pelícano peruano *Pelecanus thagus*, forman el grupo de las denominadas "aves guaneras", debido a la gran cantidad de guano que producen. El guano, el excremento de estas aves marinas, es el mejor abono natural que existe, y su venta y exportación significó una enorme fuente de divisas para el Estado Peruano, durante más de cien años.

Históricamente es considerada la segunda especie en importancia en cuanto a la producción de guano (Vogt 1942, Tovar y Cabrera 2005). Sin embargo, durante los eventos El Niño o cuando ocurrió la sobreexplotación pesquera en el Perú, en las décadas de 1960-70, ha sido considerada como la principal especie. Esto debido al mayor impacto de estos eventos en las poblaciones del guanay (Tovar et al. 1987).

Distribución

Su área de reproducción incluye las islas y puntas del litoral peruano, desde los alrededores de Punta Pariñas (Piura) hasta Morro Sama (Tacna). Las principales áreas son las siguientes islas: Lobos de Tierra, Lobos de Afuera, Guañape, Mazorca, Chincha y Ballestas (Nelson 1978).

También está presente en Chile, desde Arica hasta la isla de Chiloé. Y en los años en que se presenta un evento El Niño, se le puede ver hasta Aisén (46ºS) (Martínez y González 2004). Por el norte, se ha registrado su presencia hasta Tumaco (Colombia) (01º48'N) y en Ecuador en el golfo de Guayaquil, punta Santa Elena y Manta (Jordán 1958).

Sus recorridos pueden ser muy extensos llegando a abarcar distancias de hasta 900 km al norte y 2000 km al sur de sus lugares de nacimiento, como lo muestran anillamientos hechos en 1939, 1940 y 1950 (Jordán 1958).

Historia Natural

Los piqueros forman parte de la familia Sulidae. Sus congéneres más cercanos son el camanay (o piquero de patas azules) *Sula nebouxii*, el piquero de Nazca *Sula granti* y el piquero enmascarado *Sula dactylatra*, de los cuales los dos primeros tienen poblaciones reproductivas en el Perú (Figueroa 2004). Friesen y Anderson (1997) consideraron que el piquero peruano y el camanay son especies hermanas, que se separaron evolutivamente hace no más de 200 mil años, mediante especiación parapátrica. Tal vez por ello es que se registren individuos híbridos entre estas especies, como los vistos en Lobos de Afuera y Lobos de Tierra, área donde confluyen sus poblaciones reproductivas (Ayala 2006, Figueroa y Stucchi 2008).

En cuanto a los registros paleontológicos, el más antiguo de esta familia corresponde a un piquero *Sula* sp. de dimensiones similares al piquero peruano, que ya vivía en estas costas 18 millones de años atrás (Stucchi y DeVries 2003). Asimismo, restos con alrededor de 6 millones de años de antigüedad fueron asignados como *Sula* aff. *variegata*, por su estrecha similitud morfológica y morfométrica con la especie actual (Stucchi 2003).

Alimentación

El piquero presenta una forma de alimentación muy particular. En la lámina 5 se puede apreciar un esquema y una foto

Breve descripción de la especie

J. Figueroa. Lobos de Afuera, 2000

J. Figueroa. Lobos de Afuera, 2000

de como se desarrolla su cacería de peces. En esta, los piqueros se precipitan al agua desde alturas cercanas a los 40 m (Vogt 1942). Para ello esta ave ha desarrollado un pico en forma de cuña, una región frontal fuerte y fosas nasales secundarias (ver láminas 1 - 4). Además, pueden llegar a sumergirse a profundidades de hasta 8.81 metros y tener hasta 68 inmersiones por viaje de alimentación (Zavalaga et al. 2010).

Su dieta suele tener una marcada preferencia por la anchoveta, la cual es mayor en los meses de verano, aunque no muestra una tendencia latitudinal. Asimismo, se le reconoce preferencia por las presas grandes (Jahncke y Goya 1997, 1998).

Nombre común	Nombre científico	%
Anchoveta	*Engraulis ringens*	78.46
Pejerrey	*Odontesthes regia regia*	8.67
Agujilla	*Scomberesox saurus*	4.98
Sardina	*Sardinops sagax sagax*	3.84
Lisa	*Mugil cephalus*	0.68
Samasa	*Anchoa nasus*	0.43
Picuda	*Strongylura stolzmani*	0.25
Jurel	*Trachurus picturatus*	0.22
Caballa	*Scomber japonicus*	0.21
Palometa	*Stromateus stellatus*	0.12
Machete de Hebra	*Ophistonema libertate*	0.07
Mojarrilla común	*Stellifer minor*	0.02
Cojinoba	*Seriolella violacea*	0.01
Cabinza	*Isacia conceptionis*	0.01
No determinado		0.8
Calamar	Fam. Loliginidae	1.22

Relación de presas consumidas por el piquero peruano en la costa peruana, a partir de 2015 regúrgitos revisados (Jahncke y Goya 1998).

Reproducción

El piquero peruano presenta su periodo reproductivo entre noviembre y febrero. El territorio es elegido por el macho. Este puede encontrarse en lugares frescos como cálidos, en pampas o acantilados. Ya que soporta mucho más las temperaturas altas, el piquero peruano no compite por el espacio con el guanay, usando zonas donde este no puede anidar, con pocos vientos y una radiación solar mayor (Vogt 1942).

El cortejo dura alrededor de un mes y una vez la hembra acepta a uno de sus pretendientes, se queda en el territorio de este. Los nidos suelen ser círculos formados por el guano, plumas y pequeñas piedras, que forman en acantilados y zonas planas, en esta última con una densidad de 1.6 a 2.5 nidos por m2 (Vogt 1942, Tovar y Cabrera 2005, respectivamente).

La puesta es entre 1 y 4 huevos, aunque la mayor parte 3 (Nelson 1978). Los huevos son incubados por un periodo que va entre 40 y 48 días (Galarza 1968), siendo su promedio de 42 (Vogt 1942). Ambos padres incuban, turnándose en el cuidado de los huevos y luego de las crías cuando el otro sale a alimentarse. El pichón empieza a comer desde el primer día. La forma de alimentarlos es bajando la cabeza, abren el pico y el pichón introduce su cabeza en él. Ahí regurgitan el alimento, prácticamente sin digerir (Vogt 1942)(ver forma de los cráneos en las láminas 1 a 3).

El crecimiento en peso de los pichones es hasta los 50-60 días, alcanzando alrededor de los 1800 g (Nelson 1978). Alrededor de las 8 semanas el pichón cambia su plumaje blanco de la cabeza y cuello, por uno de color negro grisáceo. A las 14 semanas empiezan a volar, pero aún regresan a sus nidos. Aproximadamente al año de edad, su plumaje cambia por el de adulto característico (ver categorías de desarrollo en Galarza 1968).

Breve descripción de la especie

J. Figueroa. Lobos de Afuera, 2000

Enemigos naturales

Coker (1919) reportó que la gaviota dominicana *Larus dominicanus* toma huevos y pichones de los nidos del piquero peruano. Vogt (1942) menciona que el salteador *Stercorarius chilensis* molesta persistentemente a piqueros peruanos aislados, obligándolos a regurgitar el pescado que hayan ingerido. Galarza (1968) hace mención de la gaviota peruana *Larus belcheri* como posible depredadora de huevos y pichones del piquero peruano.

Agradecimientos

* A Judith Figueroa por su apoyo en el diseño, la revisión del texto y las fotos de la carátula e introducción. A Rodolfo Salas por su siempre buena disposición para permitirme trabajar con el material del Dpto. de Paleontología de Vertebrados del Museo de San Marcos. A Manuel Plenge, por su constante apoyo con la bibliografía.

* Quiero dedicar este trabajo a Johannes Wolters, profesor de biología en el colegio, allá por los años 1987-1989, gracias a cuyas clases me decidí por esta ciencia como profesión. Y a Edgar Patrón, profesor de anatomía comparada en la universidad, ya que a partir de sus clases —a mediados de los años 1990s— empezó mi gusto por la osteología.

Referencias

Ayala, L. (2006). Apparent hybridization between Blue-footed *Sula nebouxii* and Peruvian *S. variegata* boobies on Lobos de Tierra Island, Peru. Marine Ornithology 34: 81–82.

Coker, R. (1919). Habits and economic relations of the guano birds of Peru. Proceedings of the U.S. National Museum 56:449-511.

Figueroa, J. (2004). First record of breeding by the Nazca booby *Sula granti* on Lobos de Afuera islands, Peru. Marine Ornithology 30: 117-118.

Figueroa, J. y Stucchi, M. (2008). Possible hybridization between the peruvian booby *Sula variegata* and the blue-footed booby *S. nebouxii* in Lobos de Afuera Islands, Peru. Marine Ornithology 36(1):75-76.

Friesen, V. y Anderson, D. (1997). Phylogeny and evolution of the Sulidae (Aves: Pelecaniformes): a test of alternative modes of speciation. Molecular Phylogeny and Evolution 7: 252–260.

Galarza, N. (1968). Informe sobre estudios ornitológicos realizados en el laboratorio de La Puntilla (Pisco) en septiembre de 1965/66. Serie de Informes Especiales Nº IM-31. Instituto del Mar del Perú. 20 pp. + 4 anexos.

Howard, H. (1980). Illustrations of avian osteology taken from "The avifauna of Emerville Shellmound". Contributions in Science. Natural Museum of Los Angeles County 330: xxvii-xxxviii.

Jahncke, J. y Goya, E. (1997). Variación latitudinal y estacional en la dieta del guanay (*Leucocarbo bougainvillii*) y el piquero peruano (*Sula variegata*) en la costa peruana. Boletín del Instituto del Mar del Perú 16(1):23-41.

Jahncke, J. y Goya, E. (1998). Las dietas del guanay y el piquero peruano como indicadoras de la abundancia y distribución de anchoveta. Boletín del Instituto del Mar del Perú 17(1-2):15-33.

Jordán, R. (1958). Breve nota sobre la anillación de Piqueros. Boletín de la Compañía Administradora del Guano 34(11): 7-14.

Livezey, B. y Zusi, R. (2006). Phylogeny of Neornithes. Bulletin of Carnegie Museum of Natural History 37: 1-544.

Martínez, D. y González, G. (2004). Las Aves de Chile. Nueva Guía de Campo. Ediciones del Naturalista. 620 pp.

Murphy, R. (1936). Oceanic birds of South America. New York, NY: American Museum of Natural History. 2 volúmenes, 1245 pp.

Nelson, J. (1978). The Sulidae: gannets and boobies. Oxford: Oxford University Press. 1012 pp.

Proctor, N. y Lynch, P. (1993). Manual of Ornithology. Avian Structure & Function. Yale University Press. 340 pp.

Stucchi, M. (2003). Los piqueros (Aves: Sulidae) de la formación Pisco, Perú. Boletín de la Sociedad Geológica del Perú 95: 75-91.

Stucchi, M. y DeVries, T. (2003). El registro más antiguo de Sulidae en el Perú. Boletín de la Sociedad Geológica del Perú 96: 95-98.

Tovar, H. y Cabrera, D. (2005). Conservación y manejo de Aves Guaneras. Asamblea Nacional de Rectores - Universidad Nacional Agraria La Molina. 166 pp.

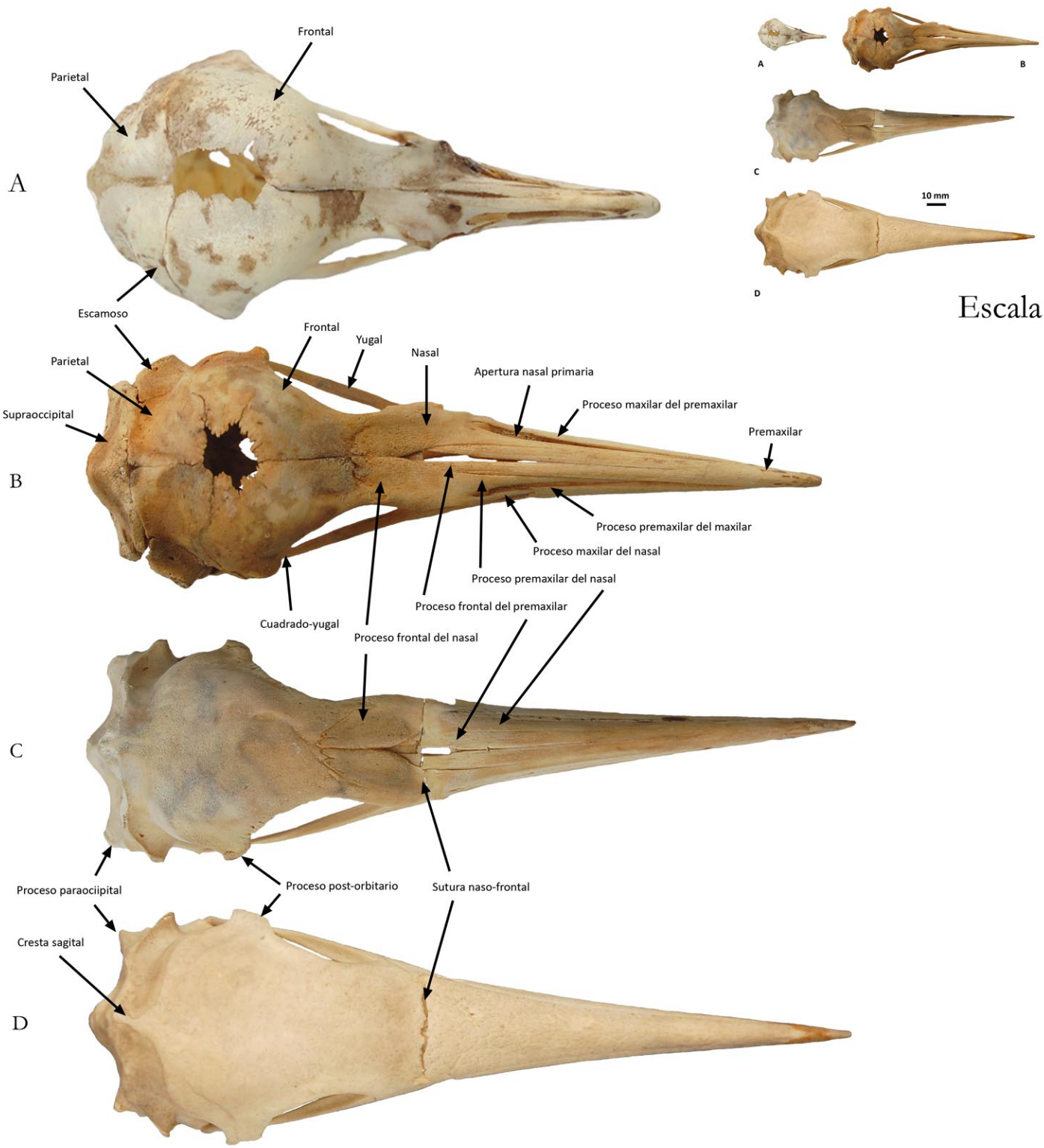
Tovar, H., Guillén, V. y Nakama, M. (1987). Monthly population size of three guano bird species off Peru, 1953 to 1982. En: The Peruvian Anchoveta and its upwelling ecosistems: three decades of change. D. Pauly y I. Tsukayama (editores). Imarpe - GTZ, GmbH - ICLARM. Pp: 208-218.

Vogt, W. (1942). Informe sobre las aves guaneras por el Ornitólogo americano Señor William Vogt. Boletín de la Compañía Administradora del Guano XVIII (3): 3-132.

Zavalaga, C. Halls, J., Mori, G., Taylor, S. y Dell'Omo, G. (2010). At-sea movement patterns and diving behavior of Peruvian boobies *Sula variegata* in northern Peru. Marine Ecology Progress Series 404: 259-274.

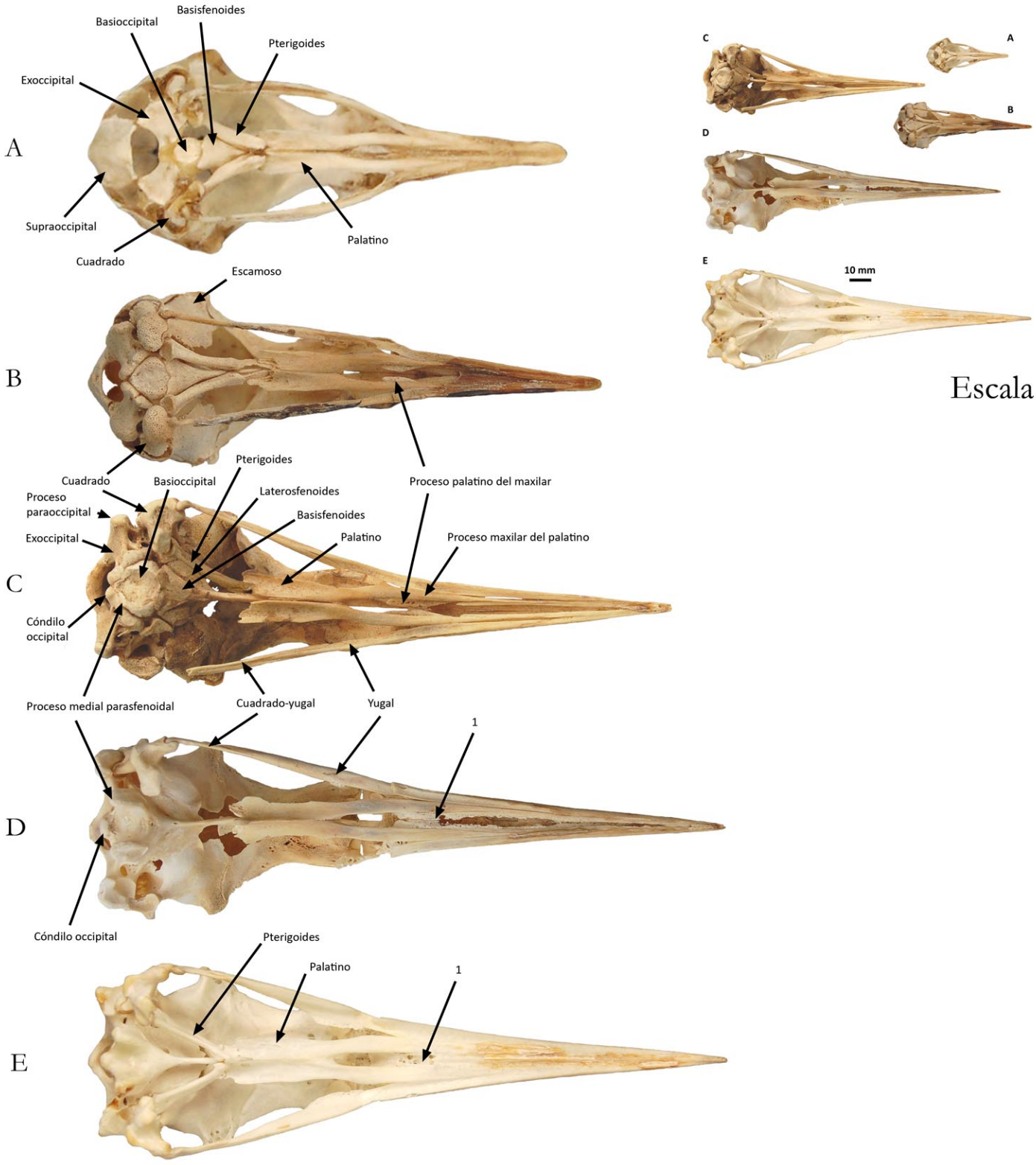
Zileri, D. (1997). Variación latitudinal y temporal de la dieta del piquero peruano (*Sula variegata* Tschudi 1845) en la costa peruana entre mayo de 1995 y agosto de 1996. Tesis para optar el título de Biólogo. Universidad Nacional Agraria La Molina.

1 - Cráneo en vista dorsal



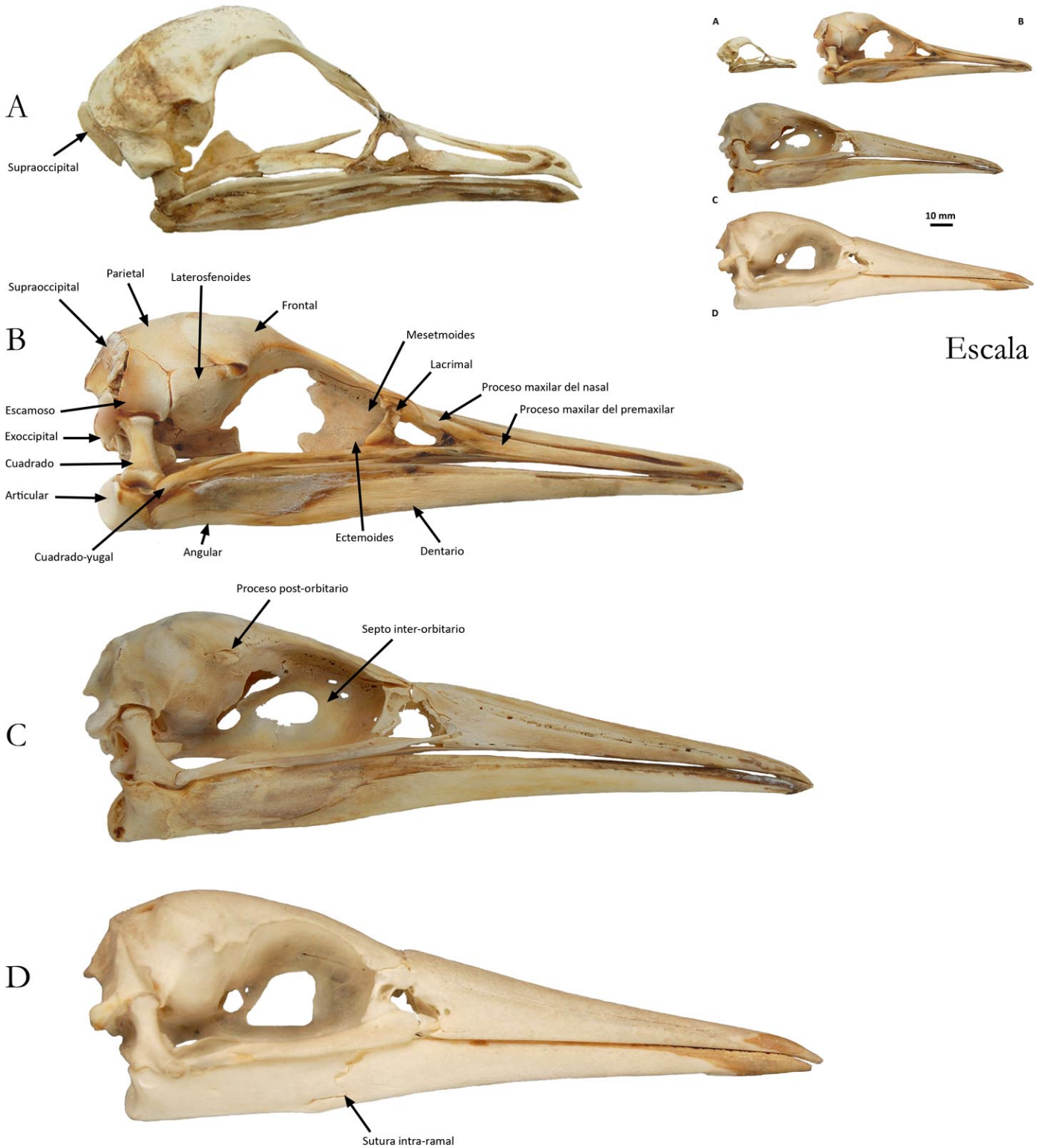
Vista dorsal de los cráneos del Piquero Peruano. Las imágenes se han colocado igualando el tamaño de la caja craneana, para su mejor comparación. En el extremo superior derecho de la lámina se encuentra la escala verdadera. A: Recién nacido. B: Pichón. C: Subadulto. D: Adulto.
Nótese como cambia la forma del cráneo, en función a la proporción de tamaño entre la caja craneana y el pico. La caja craneana se forma de la fusión de varios huesos, entre estos los supraoccipitales, parietales, frontales y parte de los nasales. En esta fusión, la región frontal se refuerza con la superposición de los nasales sobre los frontales, lo que le ofrece la resistencia necesaria al cráneo para el impacto de la zambullida en picada, típica de su forma de alimentación. El pico se forma de la fusión de los maxilares, premaxilares y parte de los nasales. En el adulto, además, se forma la sutura naso-frontal, que permite la apertura de la mandíbula superior (como se muestra en la lámina 5).

2 - Cráneo en vista ventral



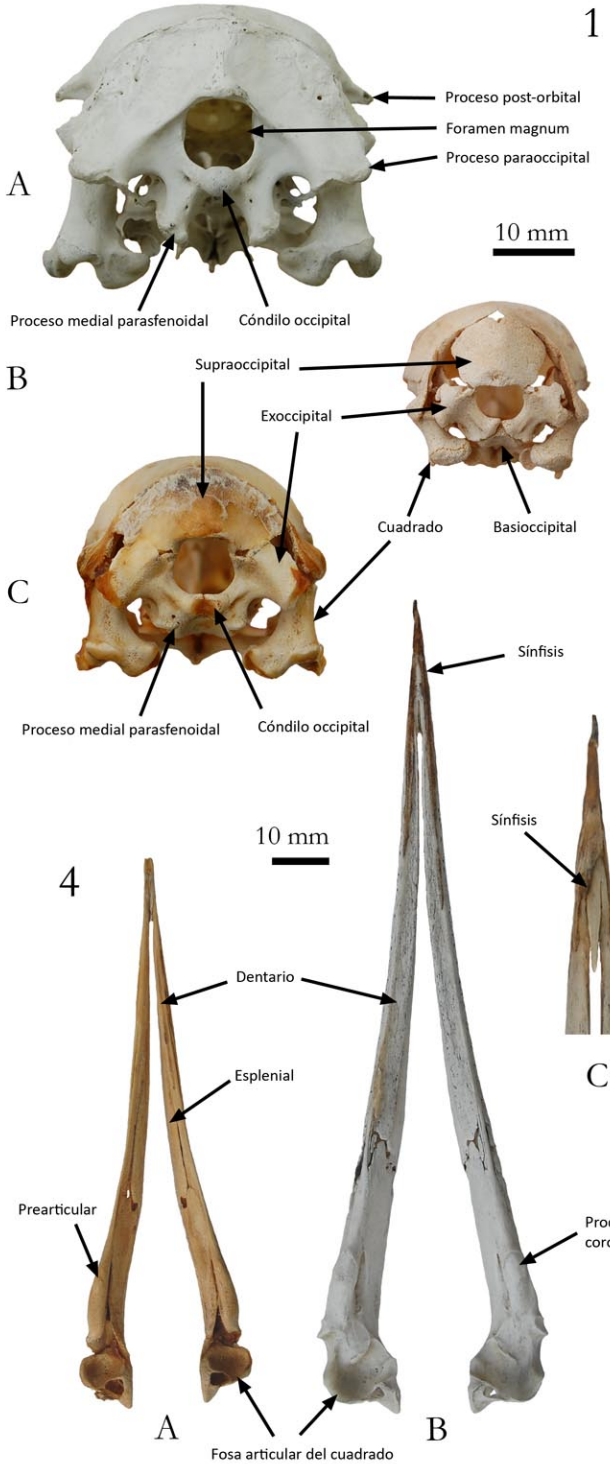
Vista ventral de los cráneos del Piquero Peruano. Las imágenes se han colocado igualando el tamaño de la caja craneana, para su mejor comparación. En el extremo superior derecho de la lámina se encuentra la escala verdadera. A: Recién nacido. B: Pichón. C: Pichón. D: Subadulto. E: Adulto. Nótese la fusión de los huesos en la caja craneana y en el pico. En este último, en B y C se puede apreciar el proceso palatino del maxilar, y en D y E, como este se extiende por todo el interior del pico (1) y le da una estructura esponjosa, que le sirve para resistir el impacto de la picada (ver lámina 5). Además, en B y C también se aprecia como los exoccipitales se juntan y forman el cóndilo occipital, y se juntan con el basioccipital y forman los procesos mediales parasfenoidales (ver lámina 4).

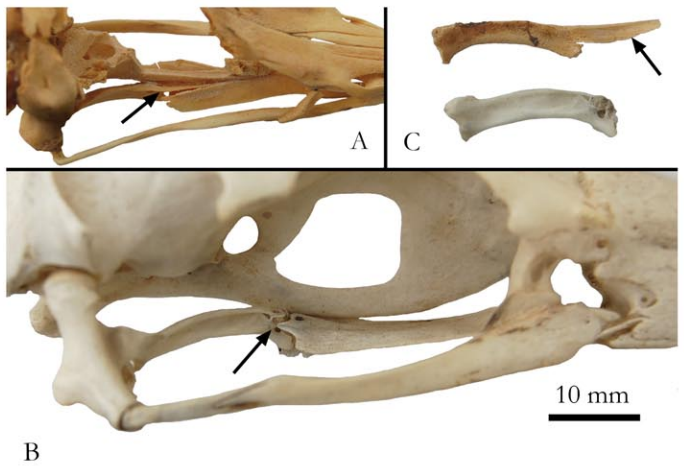
3 - Cráneo en vista lateral

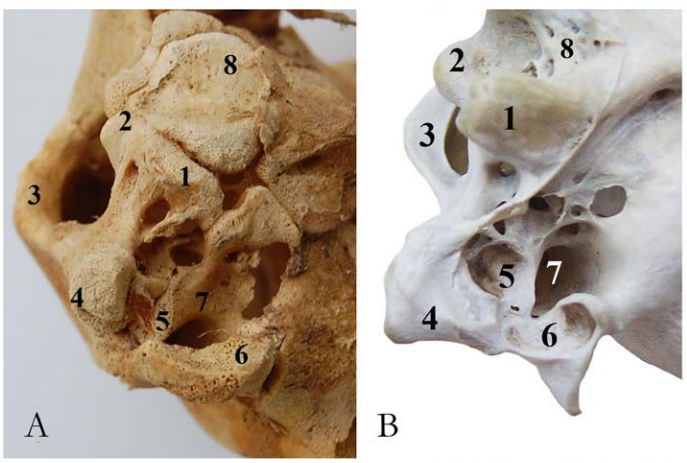


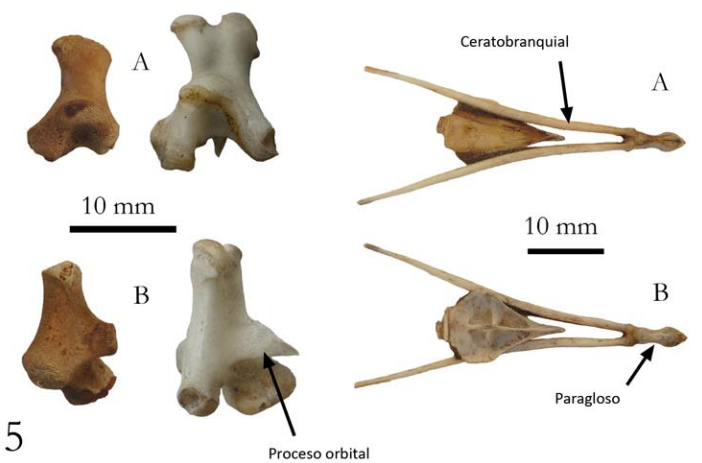
Vista lateral de los cráneos del Piquero Peruano. Las imágenes se han colocado igualando el tamaño de la caja craneana, para su mejor cmparación. En el extremo superior derecho de la lámina se encuentra la escala verdadera. A: Recién nacido. B: Pichón. C: Subadulto. D: Adulto.
Nótese como cambia la forma del cráneo desde el nacimiento hasta el adulto. La forma de este último está especializada para su alimentación en picada. En B, se puede ver el mesetmoides y el ectemoides, que en C se ven ya formando parte del septum interorbitario. Además, en B y C se aprecia como se forma el proceso postorbitario, a partir del frontal y el laterosfenoides.

4 - Cráneo en otras vistas, estructuras anexas y mandíbula





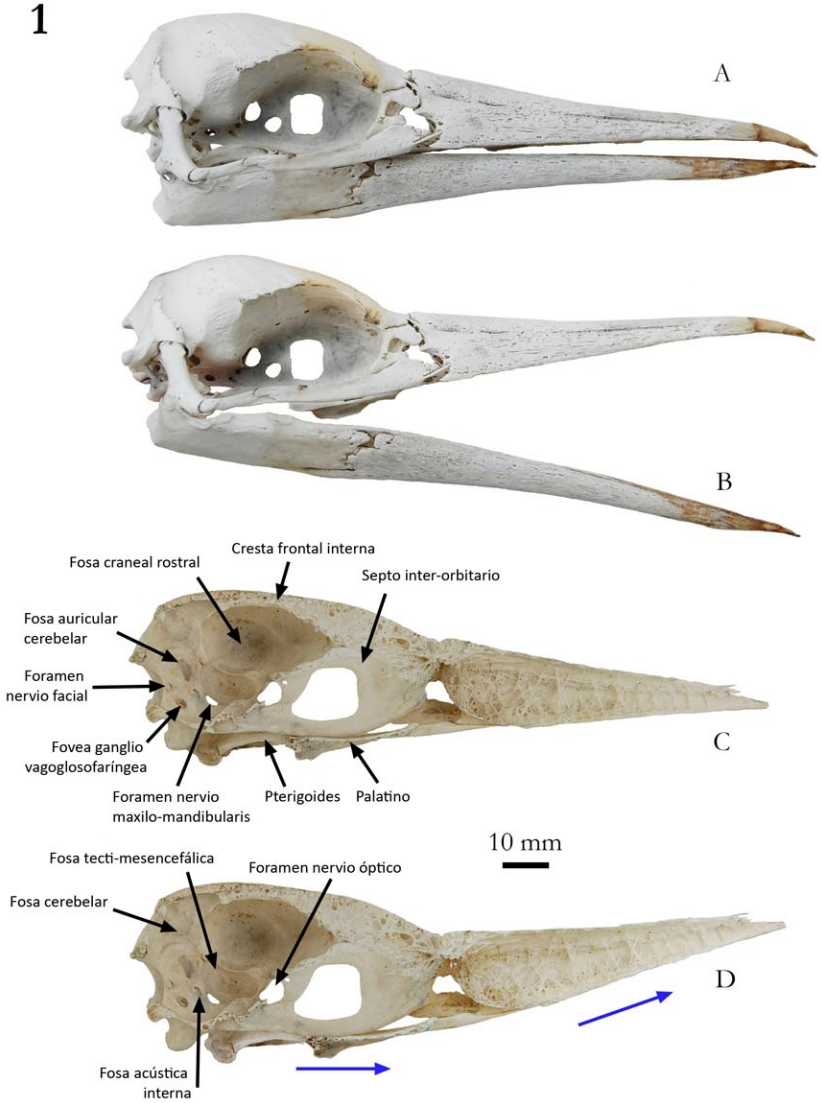




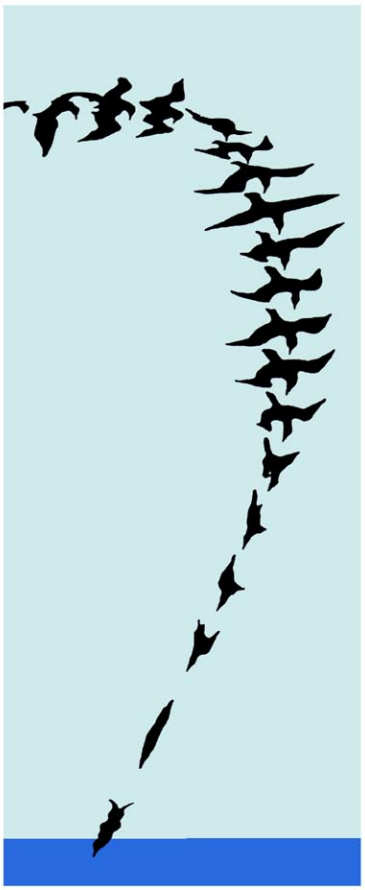
1. Vista caudal del cráneo. A: Adulto. B: Pichón. C: Pichón. Nótese como los exoccipitales se juntan y forman el cóndilo occipital, y se juntan con el basioccipital y forman los procesos mediales parasfenoidales.
2. Vista laterla de la caja craneana. A: Pichón. B: Adulto. C: Pterigoides de pichón (arriba) y de adulto (abajo). Nótese que el pichón posee un ala en la región que articula con el palatino, que en el adulto se fusiona con este (flechas).
3. Vista ventrolateral del cráneo. A: Pichón. B: Adulto. 1: Proceso medial parasfenoidal. 2: Cóndilo occipital. 3: Supraoccipital. 4: Proceso paraoccipital. 5-6: Articulación del cuadrado. 7: Foramen timpánico. 8: Basioccipital.
4. Vista dorsal de las Mandíbulas. A: Pichón. B: Adulto. C: Detalle de la sínfisis en vista ventral.
5. Cuadrados. A: Vista caudal. B: Vista lateral externa. Izquierda: Pichón. Derecha: Adulto.
6. Aparato hioideo. A: Vista ventral. B: Vista dorsal.
7. Globo ocular con anillo óseo.

5 - Endocráneo

1



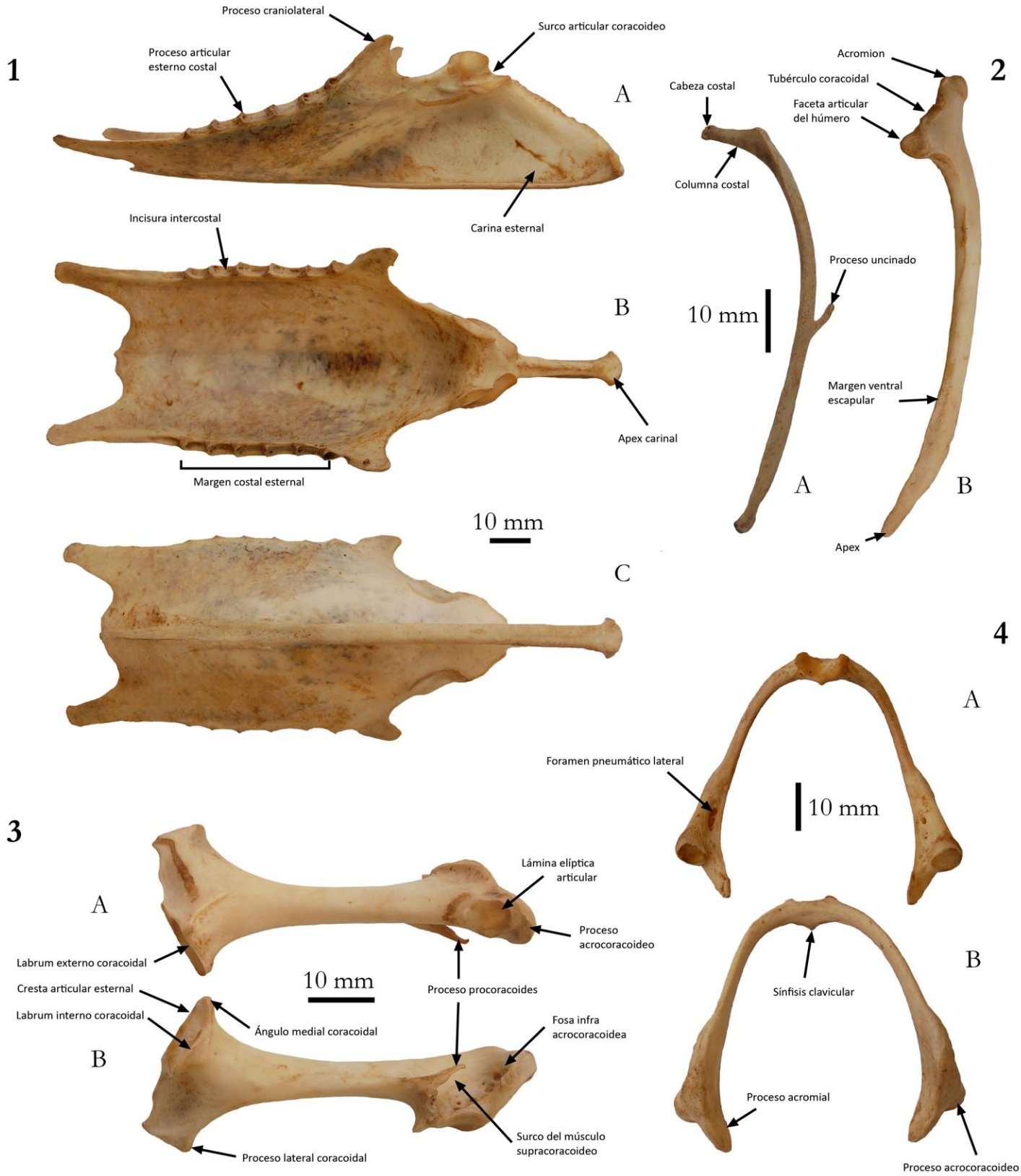
2



3

1. A y B: Vista lateral de los cráneos del Piquero Peruano. C y D vista parasagital. Nótese el desplazamiento del pterigoides y el palatino, sobre el septo interorbitario, cuando se levanta la mandíbula superior (flechas azules). Además, en C y D se aprecia la conformación interna del pico y la región frontal, que le permite resistir el impacto de la picada (2 y 3).
2. Lanzamiento en picada del piquero. Según Tributsch (1974), en Zileri (1997).
3. Piqueros peruanos lanzándose sobre cardumen de anchovetas. Islas Lobos de Afuera. Noviembre 2004. Foto del autor.

6 - Cintura escapular



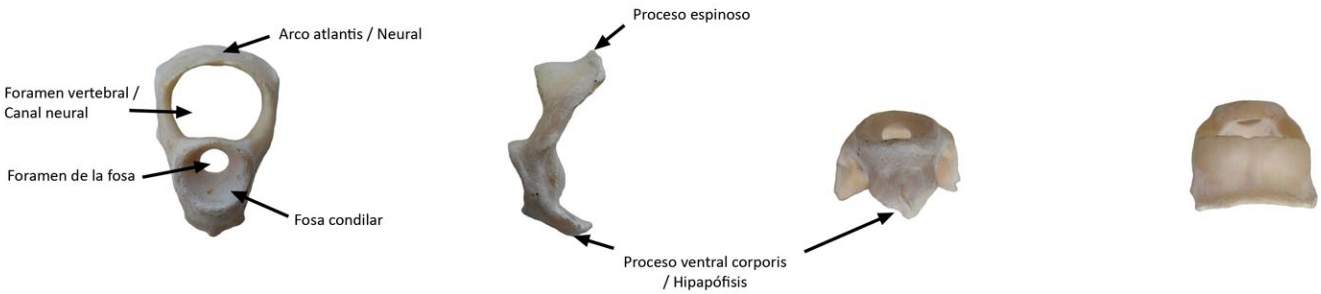
1. Esternón. A: Vista dorsal. B: Vista lateral. C: Vista ventral.
2. A: Costilla. B: Escápula, vista lateral interna.
3. Coracoides. A: Vistal ventral. B: Vista dorsal.
4. Clavícula / Fúrcula. A: Vista dorsal. B: Vista ventral.

7 - Vértebras 1ºa 4º

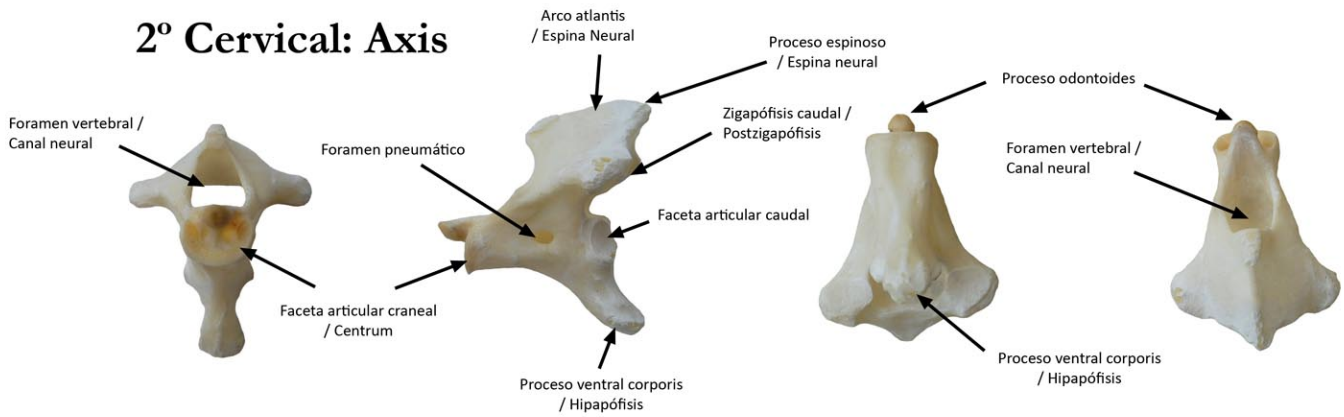
Vistas

Anterior — Lateral — Ventral — Dorsal

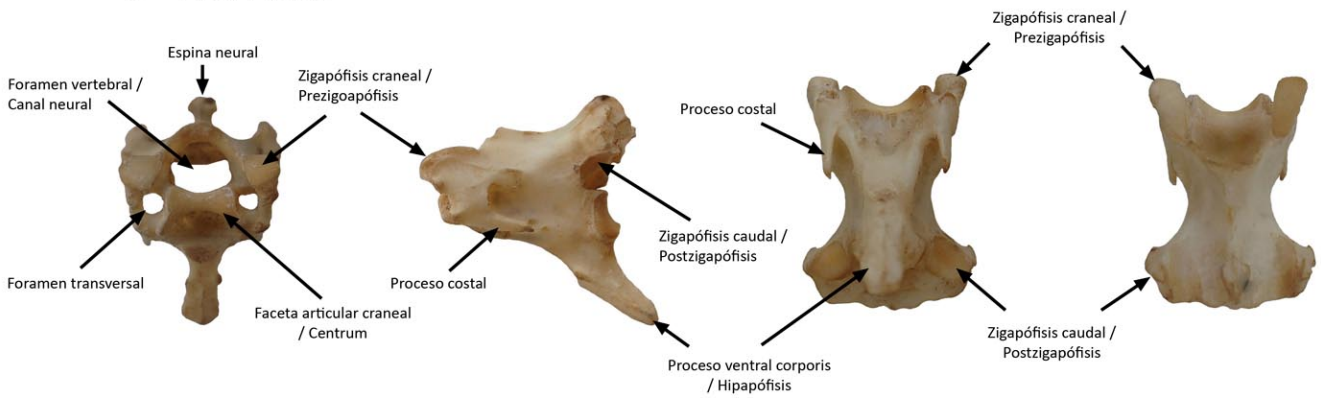
1º Cervical: Atlas



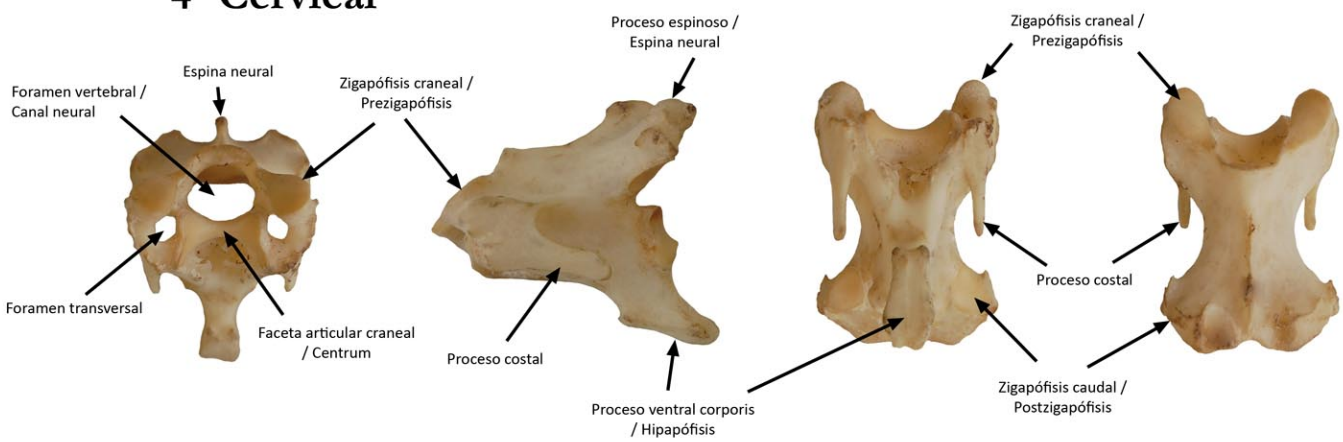
2º Cervical: Axis



3º Cervical



4º Cervical



8 - Vértebras 5º a 8º

Vistas

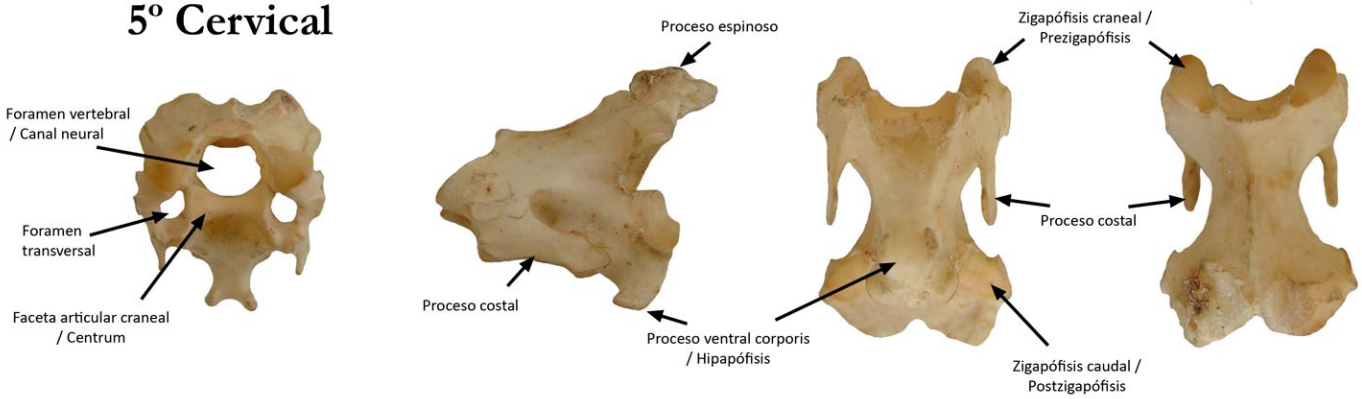
Anterior

Lateral

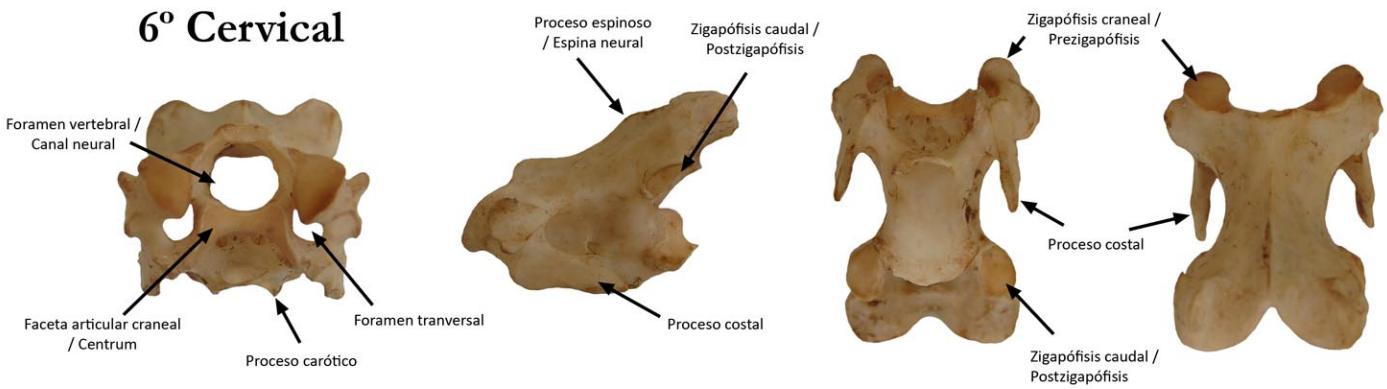
Ventral

Dorsal

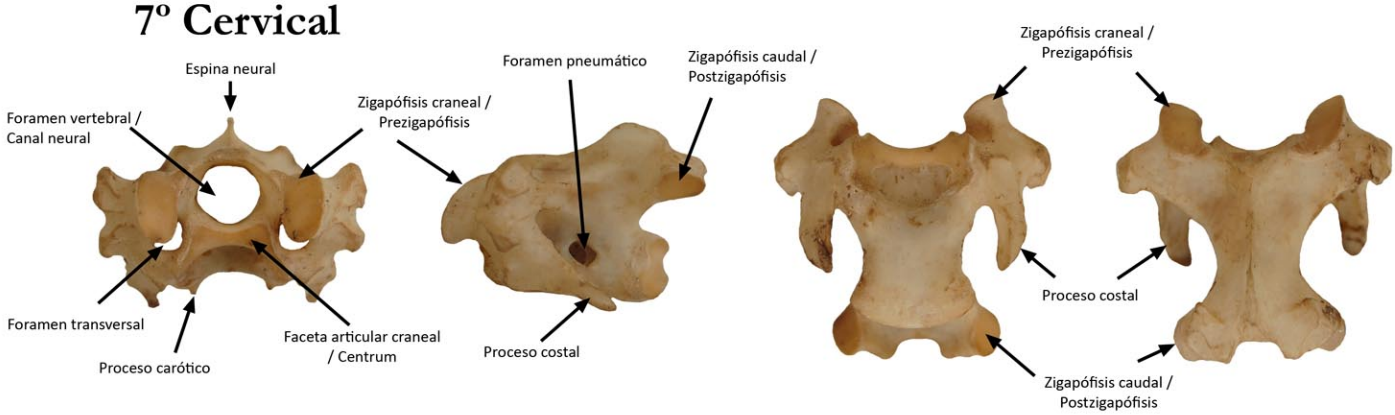
5º Cervical



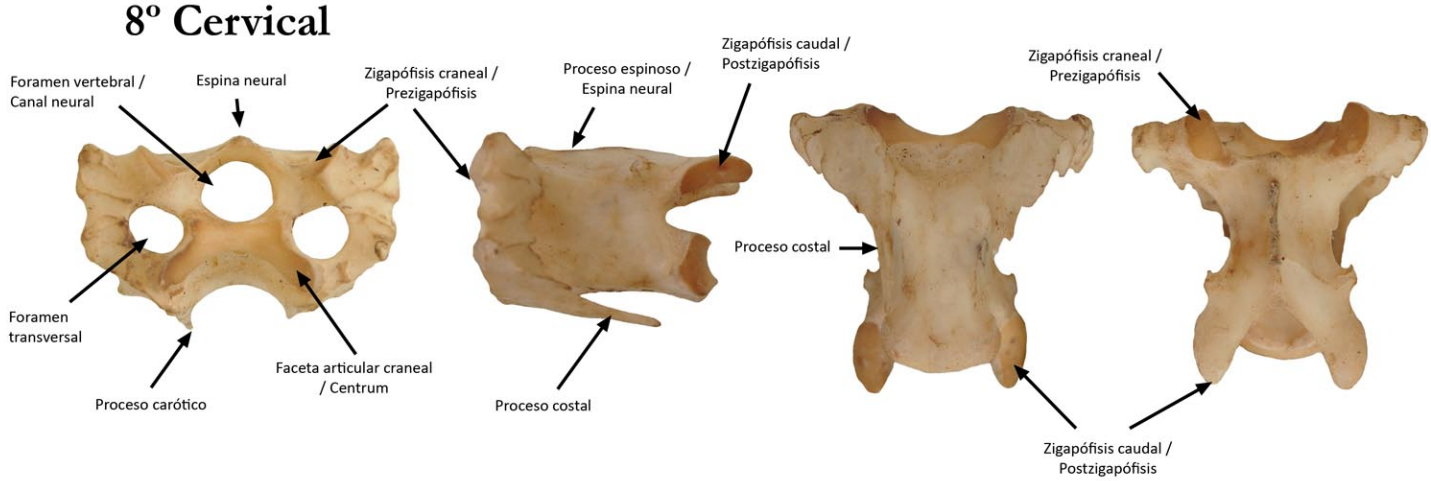
6º Cervical



7º Cervical



8º Cervical

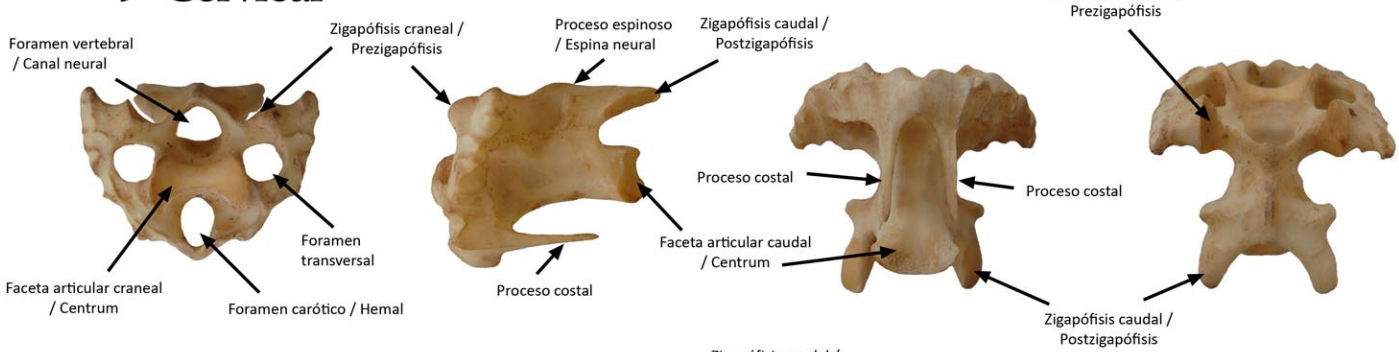


9 - Vértebras 9º a 12º

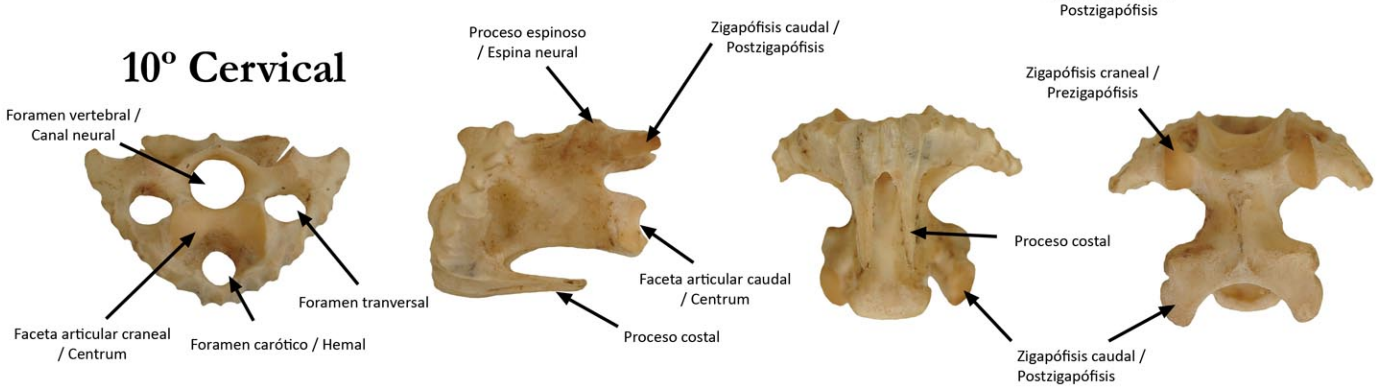
Vistas

Anterior | Lateral | Ventral | Dorsal

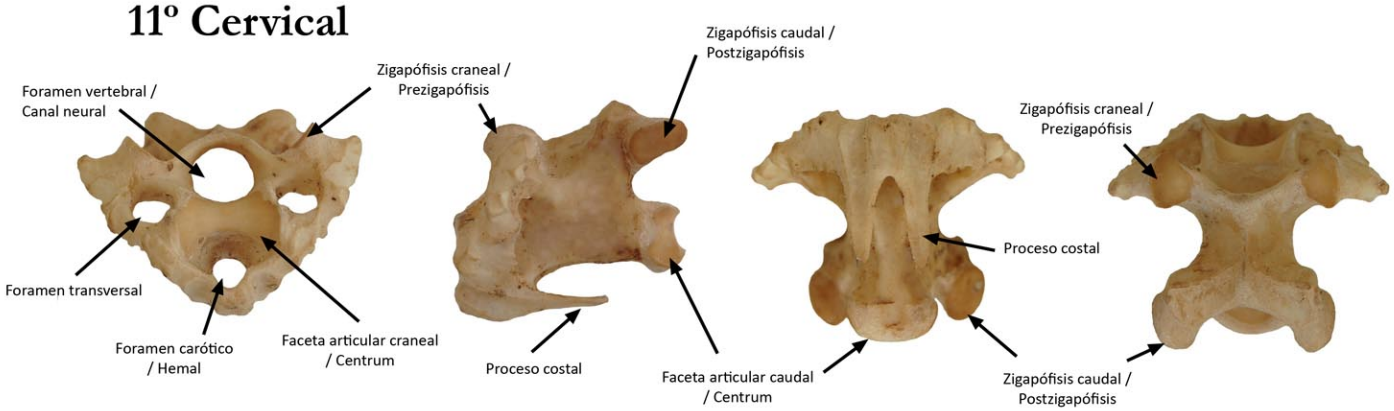
9º Cervical



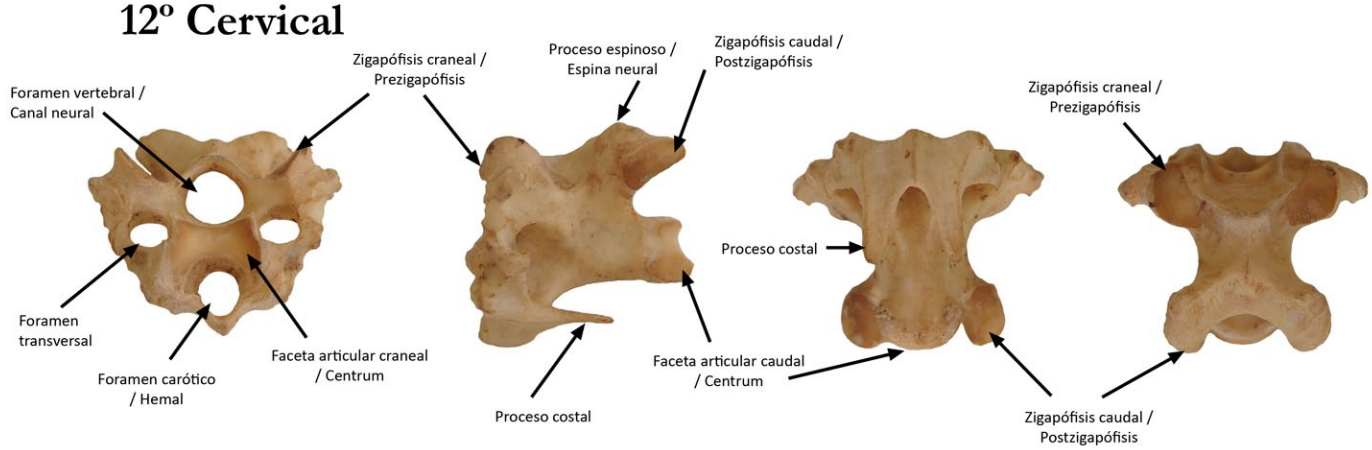
10º Cervical



11º Cervical



12º Cervical

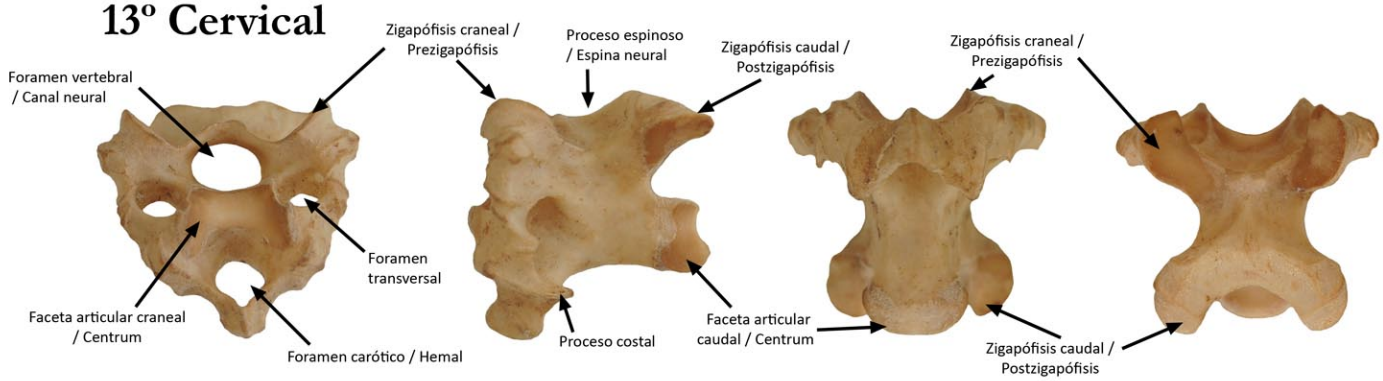


10 - Vértebras 13º a 16º

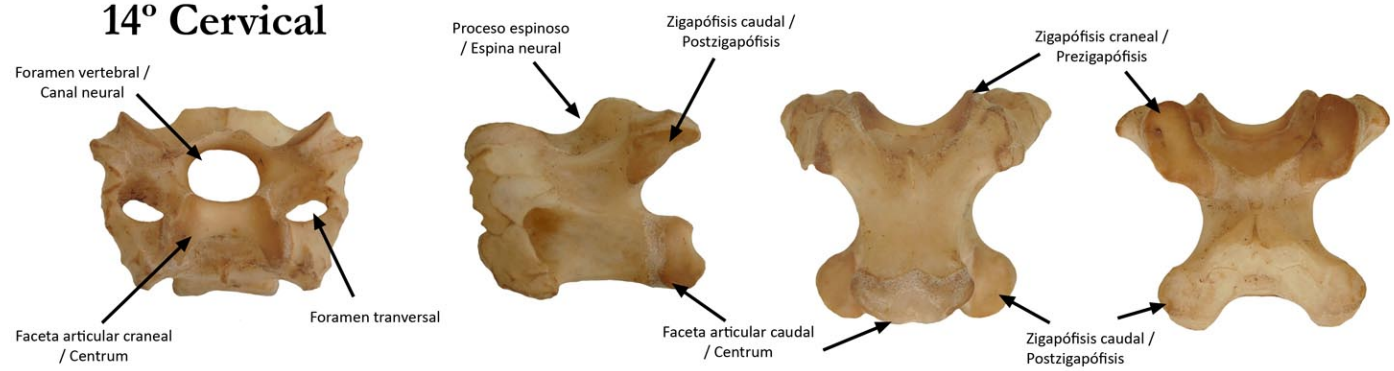
Vistas

Anterior | Lateral | Ventral | Dorsal

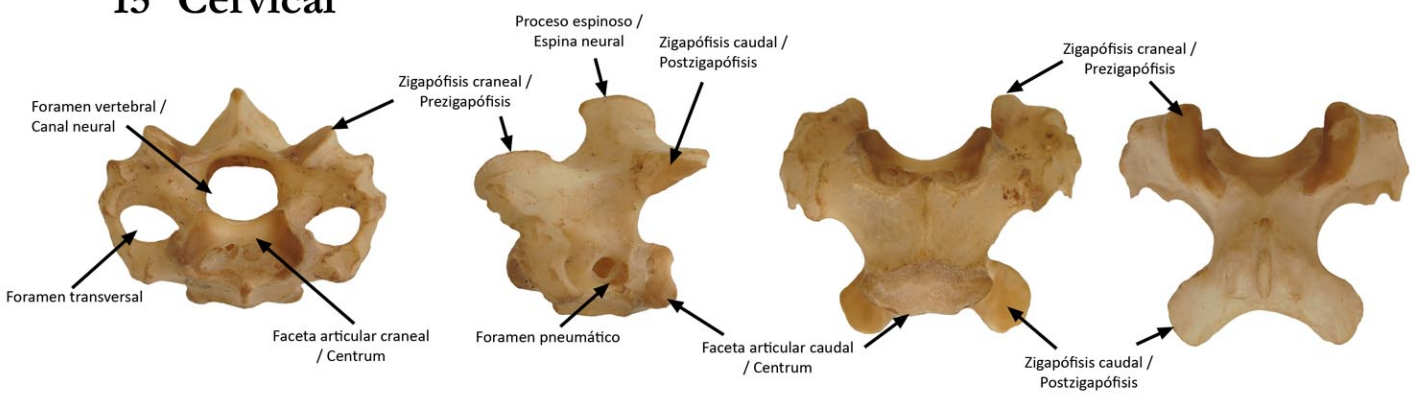
13º Cervical



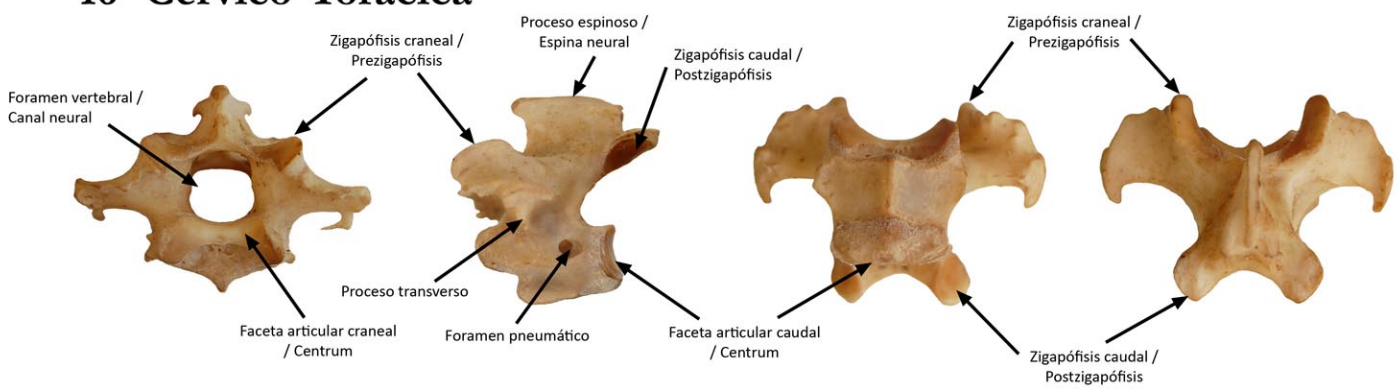
14º Cervical



15º Cervical



16º Cérvico-Torácica

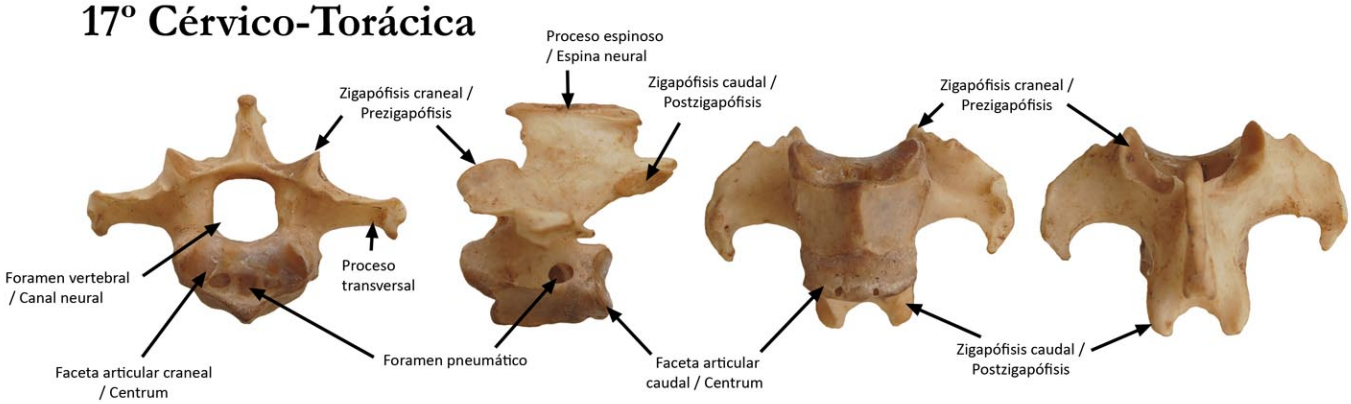


11 - Vértebras 17º a 21º

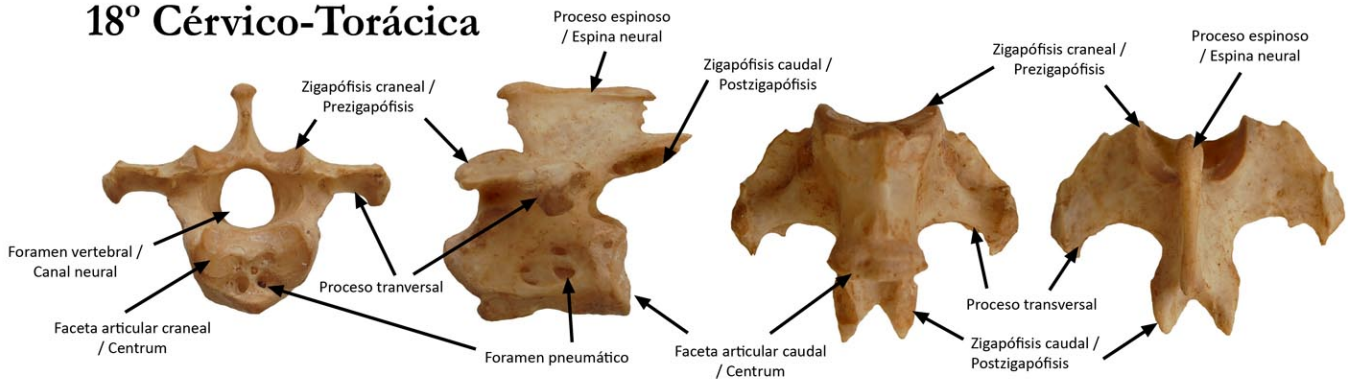
Vistas

Anterior | Lateral | Ventral | Dorsal

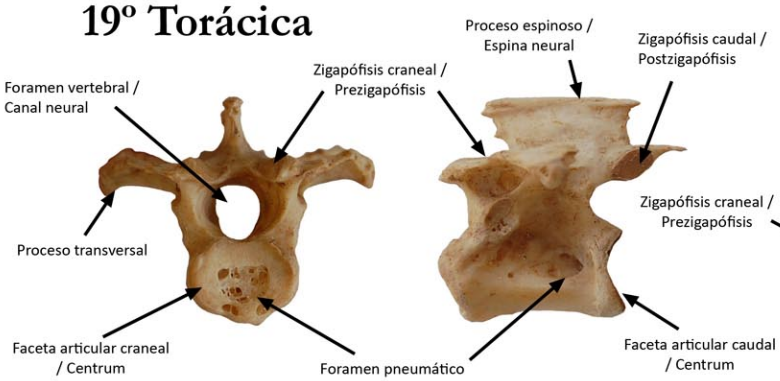
17º Cérvico-Torácica



18º Cérvico-Torácica

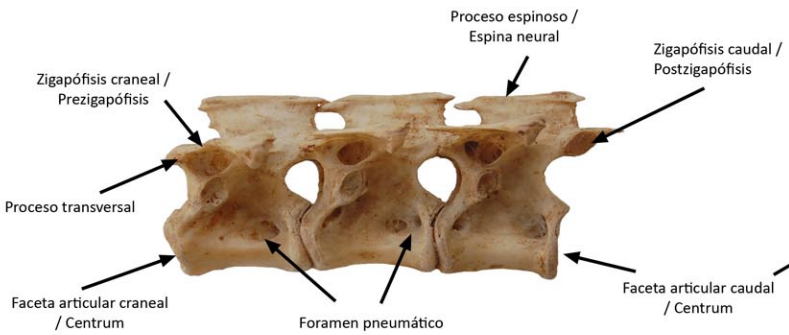


19º Torácica

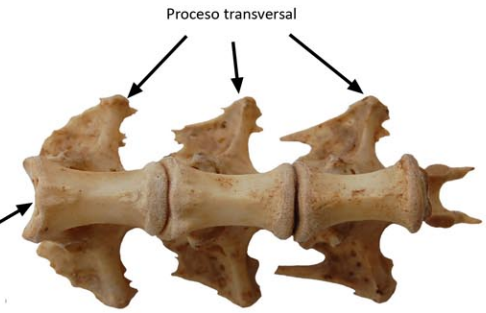


19º-21º Torácicas: vista dorsal

19º-21º Torácicas: vista lateral

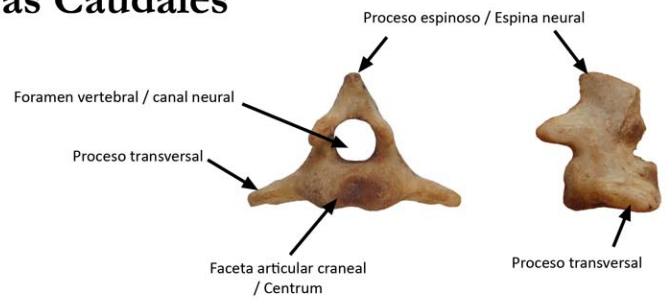


19º-21º Torácicas: vista ventral

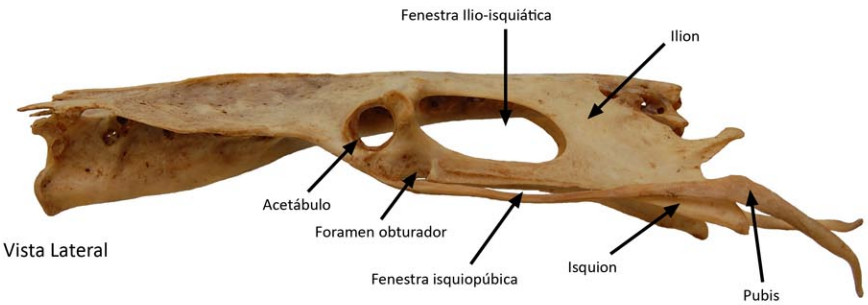


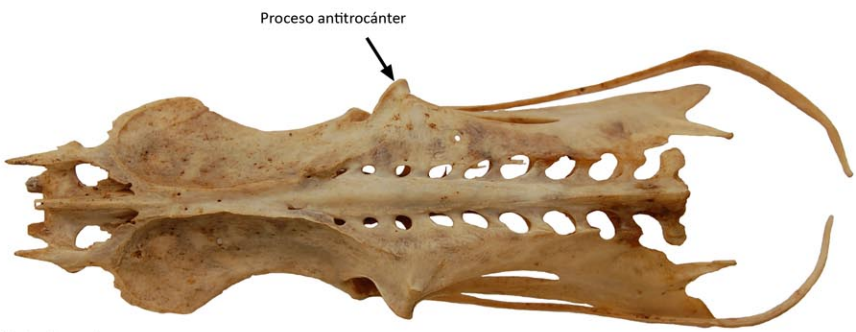
12 - Vértebras Caudales, Pigostilo y Cintura Pélvica

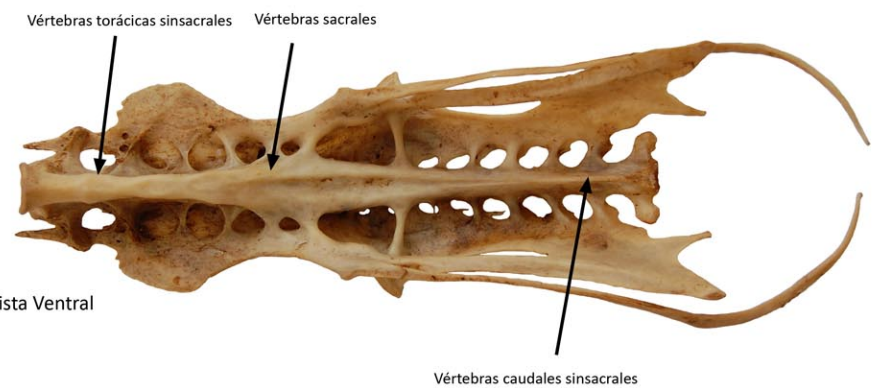
Vértebras Caudales



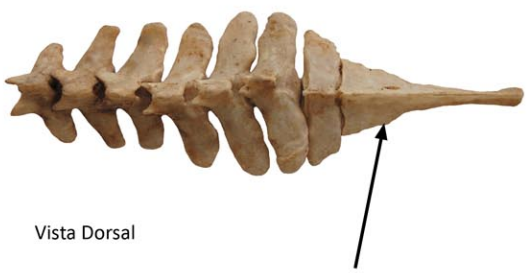
Sinsacro y Pelvis

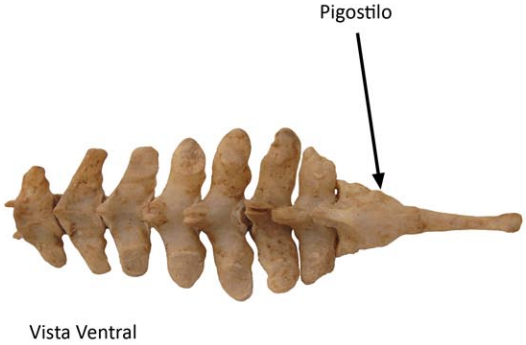




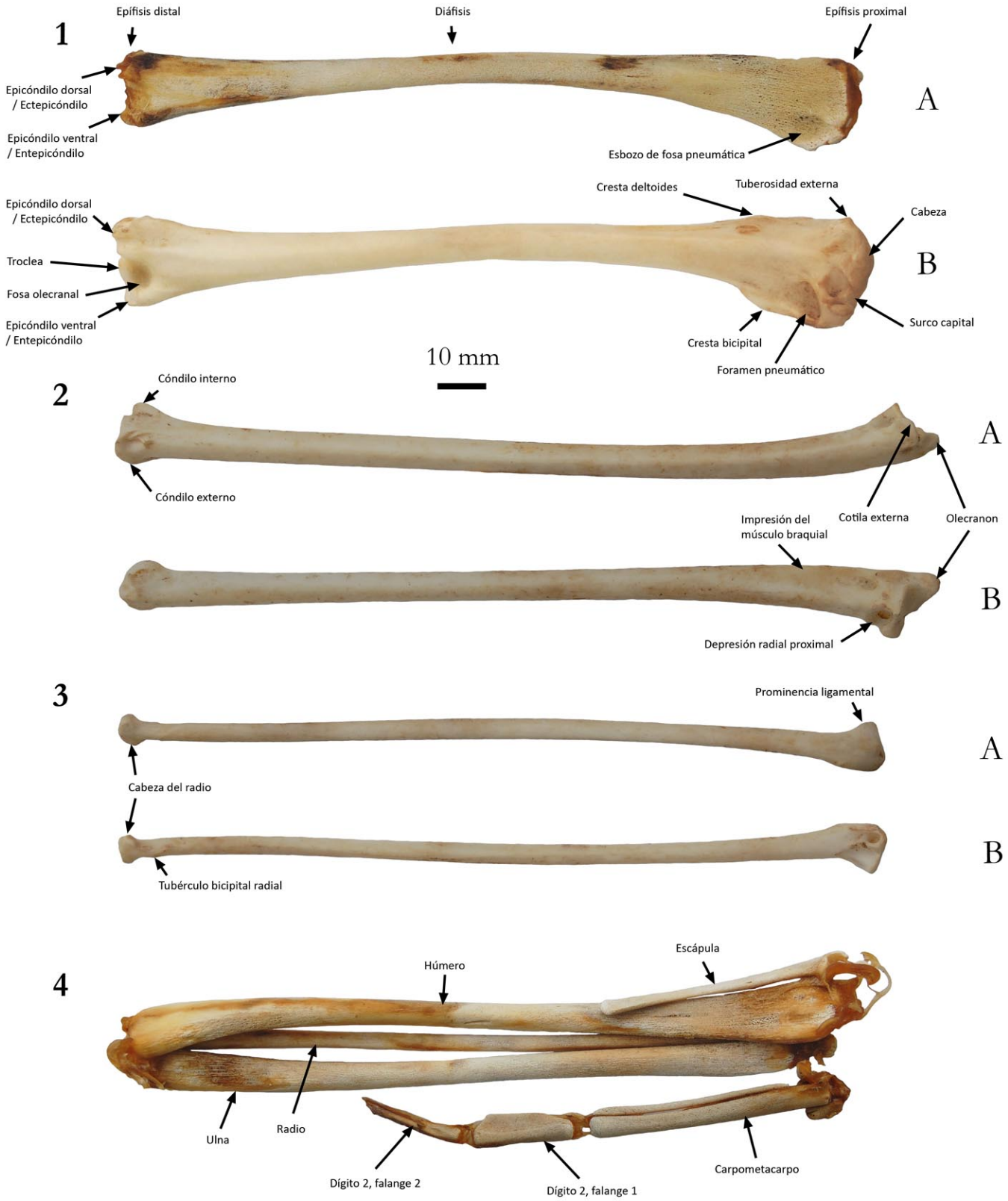


Vértebras Caudales y Pigostilo



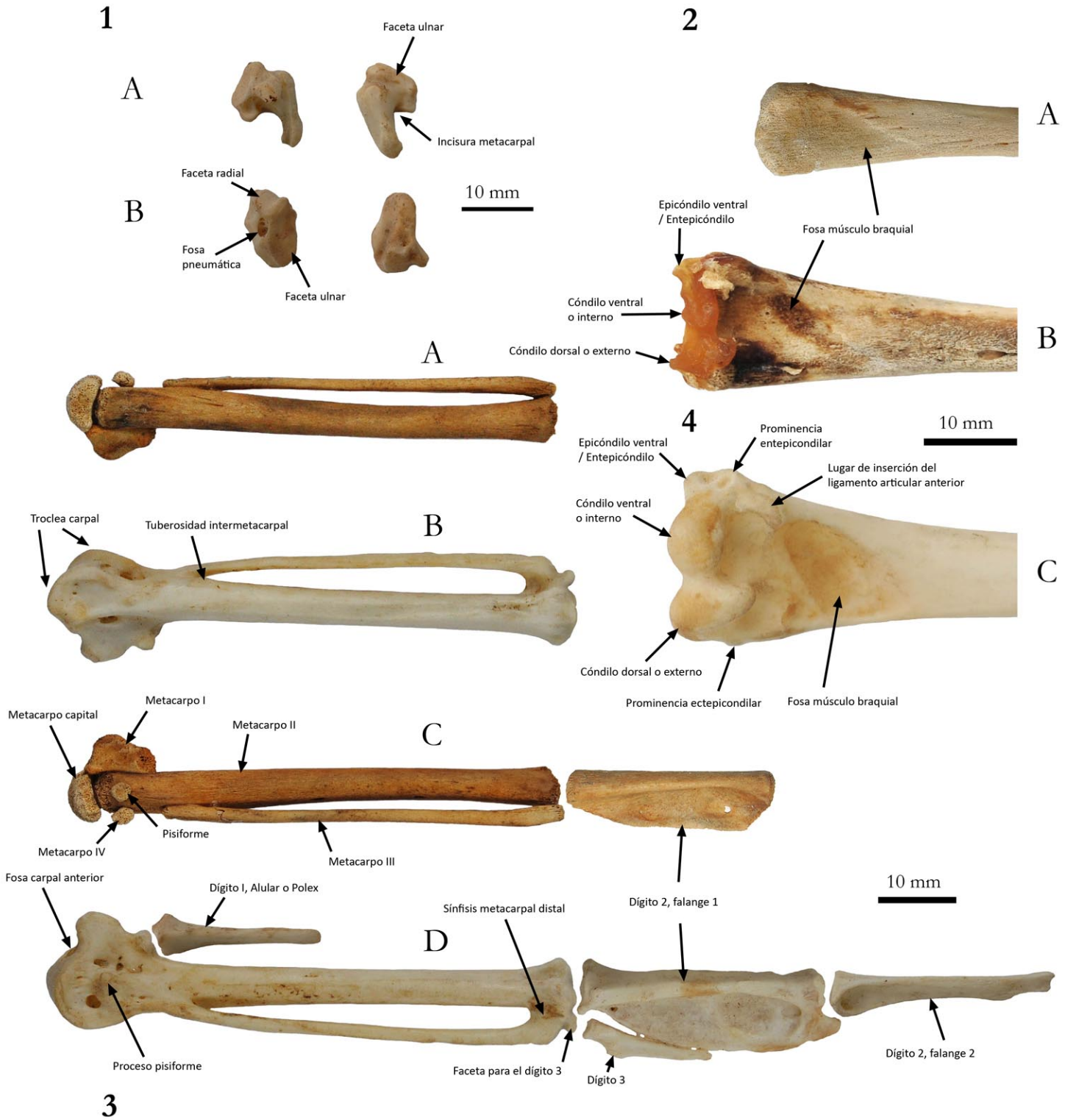


13 - Huesos de la extremidad anterior 1



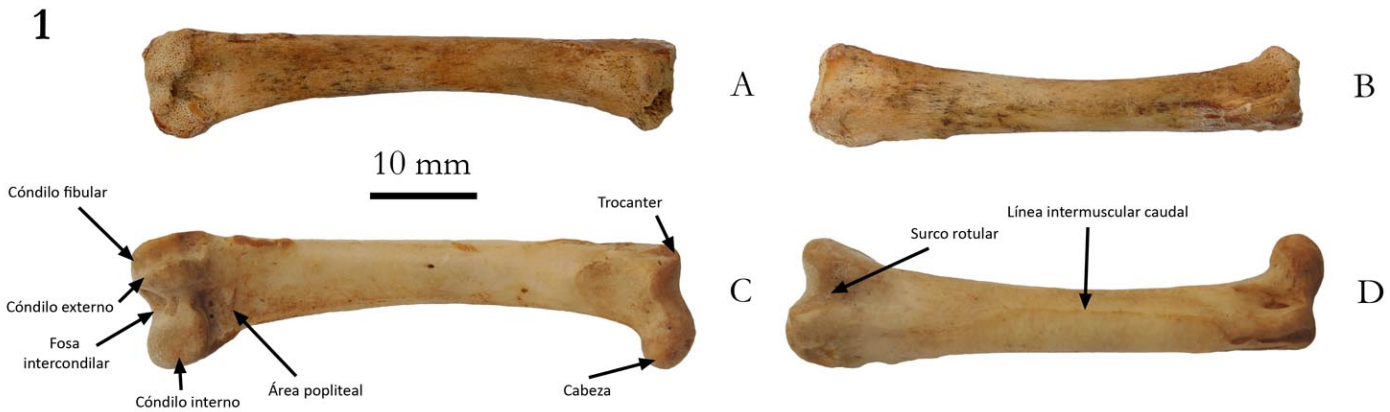
1. Vista caudal o anconal del húmero izquierdo. A: Pichón. B: Adulto.
2. Ulna izquierda. A: Vista lateral. B: Vista ventral.
3. Radio izquierdo. A: Vista dorsal. B: Vista ventral.
4. Ala izquierda de pichón.

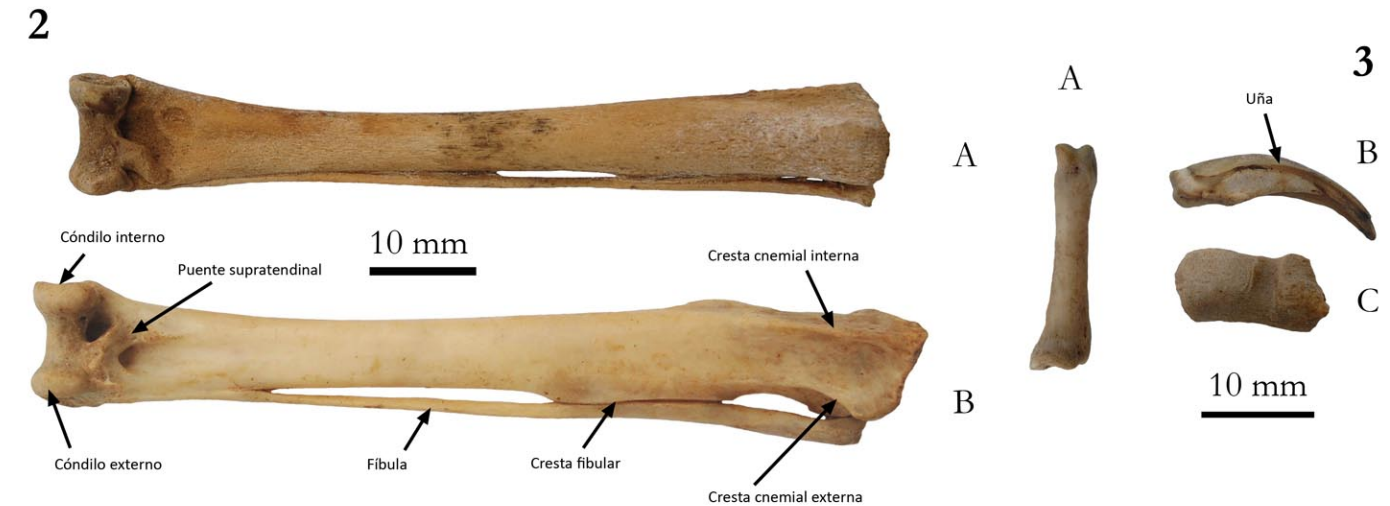
14 - Huesos de la extremidad anterior 2

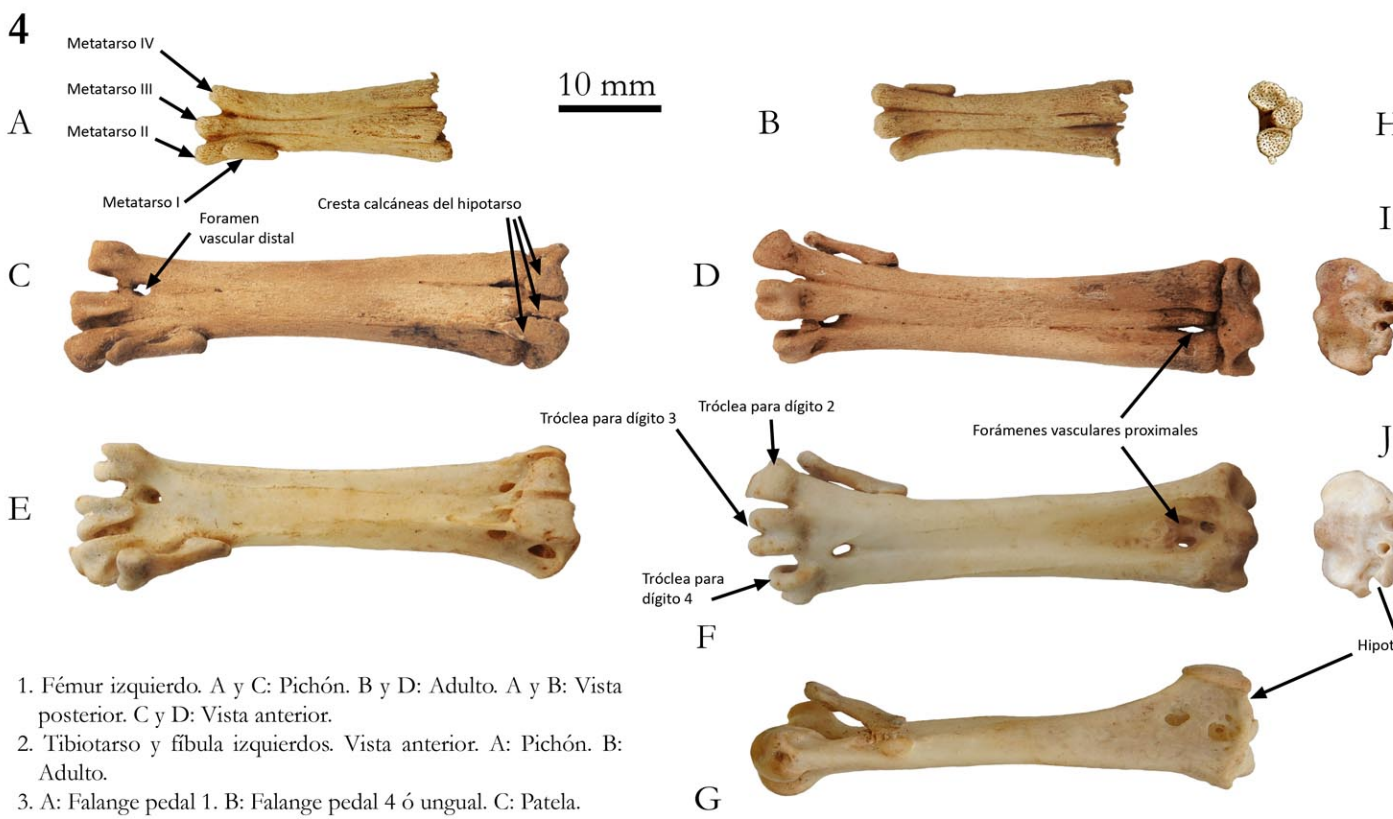


1. A: Carpoulnar o cuneiforme. B: Carporadial o escafolunar.
2. Vista cranial o palmar del húmero izquierdo de A: Recién nacido. B: Pichón C: Adulto.
3. Carpometacarpo izquierdo. A y B: vista interna. C y D vista externa. A y C: Pichón. B y D: Adulto.

15 - Huesos de la extremidad posterior







1. Fémur izquierdo. A y C: Pichón. B y D: Adulto. A y B: Vista posterior. C y D: Vista anterior.
2. Tibiotarso y fíbula izquierdos. Vista anterior. A: Pichón. B: Adulto.
3. A: Falange pedal 1. B: Falange pedal 4 ó ungual. C: Patela.
4. Tarsometatarso. A y B: Recién nacido. C y D: Pichón. E, F y G: Adulto. A, C y E: Vista posterior. B, D y F: Vista anterior. G: Vista lateral interna. H, I y J: Vista proximal.